

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
29. August 2002 (29.08.2002)

PCT

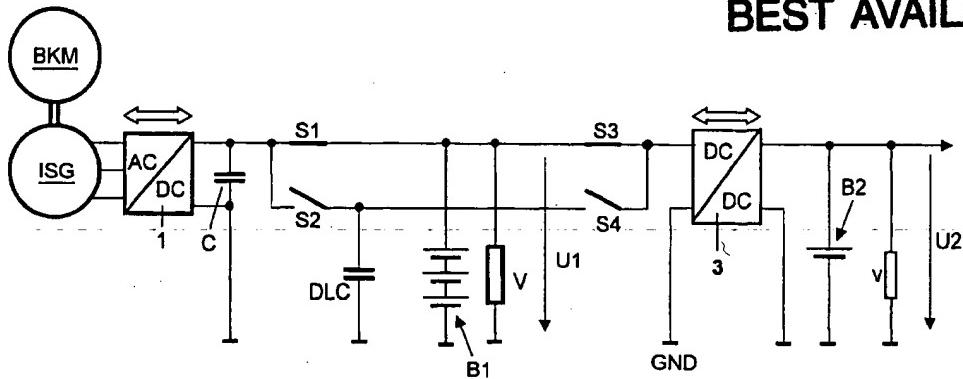
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/066293 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B60R 16/02**
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/00601
- (22) Internationales Anmeldedatum: 16. Februar 2001 (16.02.2001)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]**; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): **BOLZ, Stephan [DE/DE]**; Lehenweg 14, 93102 Pfatter (DE). **KNORR, Rainer [DE/DE]**; Hohlweg 10c, 93055 Regensburg (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, KR, US.
- (84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht
- Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: MOTOR VEHICLE ELECTRIC SYSTEM

(54) Bezeichnung: KRAFTFAHRZEUG-BORDNETZ

BEST AVAILABLE COPY



WO 02/066293 A1

(57) Abstract: According to the invention, a starter-generator (ISG) is mechanically connected to an internal combustion engine (BKM), comprises a bi-directional AC/DC converter (1), and can be connected to an accumulator (B1) by means of a first switch (S1), and connected to a double layer capacitor (DLC) by means of a second switch (S2). The accumulator (B1) is either connected to the double layer capacitor (DLC) by means of a control circuit (PWM), or the accumulator (B1) and the double layer capacitor (DLC) are connected to a bidirectional DC/DC converter (3) and to a second accumulator (B2) by means of a third switch (S3) and a fourth switch (S4).

(57) Zusammenfassung: Ein mit einer Brennkraftmaschine BKM mechanisch verbundener Starter-Generator ISG mit einem bidirektionalen AC/DC-Wandler (1) ist über einen ersten Schalter (S1) mit einem Akkumulator (B1), und über einen zweiten Schalter (S2) mit einem Doppelschichtkondensator DLC verbindbar; der Akkumulator (B1) ist entweder über eine Regelschaltung PWM mit dem Doppelschichtkondensator DLC verbunden, oder Akkumulator (B1) und Doppelschichtkondensator DLC sind über einen dritten Schalter (S3) und einen vierten Schalter (S4) mit einem bidirektionalen DC/DC-Wandler (3) und mit einem zweiten Akkumulator (B2) verbunden.

Beschreibung**Kraftfahrzeug-Bordnetz**

5 Die Erfindung betrifft ein Kraftfahrzeug-Bordnetz gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1.

Der Betrieb eines Starter-Generators in einem Kraftfahrzeug kann prinzipiell an einer Bordnetzspannung von 14V erfolgen
10 (14V, genauer 14.4V ist die Ladespannung eines 12V-Akkumulators). Die Abgabeleistung, aber auch die Generatorleistung ist dabei technisch sinnvoll auf maximal 3kW begrenzt, da sonst die Bordnetzströme zu hoch würden. Ein Starter-Generator kann zwar bei einer Bordnetzspannung von 14V die
15 Brennkraftmaschine starten und die elektrischen Lasten während der Fahrt versorgen, für weitere Funktionen wie Boost (Beschleunigen) oder Rekuperation (Bremsen) ist jedoch eine Leistung von mehr als 3kW erforderlich. Diese Leistung ist nur mit einer höheren Bordnetzspannung erreichbar. Es werden
20 deshalb 42V-Bordnetze (42V ist die Ladespannung eines 36V-Akkumulators) entwickelt, welche die Umsetzung großer elektrischer Leistungen, beispielsweise 6kW, erlauben.

Ein Integrierter Starter-Generator, abgekürzt ISG, ist beispielweise eine Drehstrom-Asynchronmaschine mit elektronischem Wechselrichter, die an Stelle der Schwungscheibe direkt an die Kurbelwelle der Brennkraftmaschine angebaut ist. Sie erlaubt im generatorischen Betrieb die Erzeugung elektrischer Leistung und im motorischen Betrieb die Erzeugung mechanischer Antriebsleistung; sie ersetzt also sowohl den bekannten Generator (Lichtmaschine), als auch den bekannten Starter (Anlasser). Da die verfügbaren Leistungen erheblich steigen (6kW gegenüber 2kW bei bekannten Lichtmaschinen), erlaubt der

ISG neben Motorstart und Bordnetzversorgung weitere Funktionen:

Boost (Beschleunigen): Drehmomentunterstützung der Brennkraftmaschine während der Beschleunigungsphase des Fahrzeugs. Der ISG verfügt über ein maximales Drehmoment von ca. 200Nm, dies entspricht etwa dem Drehmoment einer 2Liter-Brennkraftmaschine. Während des Boostvorganges werden für ca. 15 Sekunden Ströme bis 270A benötigt;

10

Rekuperation (regeneratives Bremsen): Der ISG schöpft beim Bremsen des Fahrzeugs Bewegungsenergie durch Stromerzeugung ab. Dabei werden für bis zu 30 Sekunden Ströme bis 270A erzeugt.

15

Modellrechnungen weisen eine Kraftstoffersparnis von bis zu 20% bei Nutzung dieser neuen Funktionen aus.

Ein großes Problem ist die kostengünstige Implementierung eines Energiespeichers, der dauerhaft die hohen Lade- und Entladeströme beherrschen kann. Denn es sind für die Lebensdauer eines Kraftfahrzeugs (ca. 150.000km) etwa 300.000 bis 500.000 Lade- und Entladezyklen zu veranschlagen.

25 Bekannte 12V-Kraftfahrzeug-(Kfz)-Bordnetze sind mit Blei-Säure-Akkumulatoren ausgerüstet. Dieser Akkumulatortyp weist eine sehr beschränkte Zyklonfestigkeit auf, da hier der Energietransport mit einem verlustbehafteten Materialtransport (Ionen) verbunden ist; d.h. die Elektroden unterliegen einer
30 Umstrukturierung mit stetiger Abnahme der aktiven Oberfläche (Kapazitätsverlust) sowie einem Materialverlust, der zur Ablagerung von Bleischlamm führt.

Gegenwärtig werden die Akkumulatoren im 14V-Bordnetz bei an-
nähernd konstantem Ladezustand betrieben. Die kurzzeitigen
Stromentnahmen beim Anlassen und im Leerlauf fallen dabei
kaum ins Gewicht. Die Hauptfunktion des Akkumulators ist eher
5 die eines großen Pufferkondensators, der mit seiner großen
Kapazität das Bordnetz stabilisiert. Der Kapazitätsverlust
schreitet nur langsam voran und die Lebensdauer beträgt ent-
sprechend mehrere Jahre.

10 Anders ist die Situation beim 42V-Kfz-Bordnetz im hochdynamischen Betrieb am ISG. Modellrechnungen lassen eine Lebensdauer eines typischen Blei-Säure-Akkumulators von 5.000 bis 10.000km erwarten. Im praktischen Versuch ergab sich eine Fahrstrecke von 6.000km bis zum Ausfall. Auch ist es tech-
15 nisch schwierig, stets eine Ladefähigkeit für Ströme bis zu 270A sicherzustellen. Ergebnis: bei Verwendung von Blei- Säure-Akkumulatoren für Boost und Rekuperation ist ein Austausch des Akkumulators bei jedem Kraftfahrzeug-Serviceintervall oder noch öfter notwendig. Dies ist in keinem Falle ak-
20 zeptabel.

Ein System mit einem 36V-Blei-Säure-Akkumulator hat zwar bei weitem die niedrigsten Anschaffungskosten, über die Lebensdauer des Kraftfahrzeugs hinweg ergeben sich jedoch sehr hohe
25 Folgekosten.

NiMH-(Nickel Metall-Hydrid)-Akkumulatoren eignen sich prinzipiell auch für Boost und Rekuperation. Allerdings muss der Akkumulator zum Erreichen der notwendigen Zyklenfestigkeit
30 erheblich überdimensioniert werden. Ist rechnerisch zur Energie- bzw. Leistungsbereitstellung Akkumulator mit 6kW und 11Ah nötig, so sind zum Erreichen der Zyklenfestigkeit wenigstens 14Ah erforderlich. Ein ungelöstes Problem ist die

Ableitung der entstehenden Wärme, die bei großem Ladungsaustausch entsteht. Auch die Anschaffungskosten werden sich auf Grund der verwendeten Materialien kaum wesentlich senken lassen.

5

Li-Ion-(Lithium-Ionen)-Akkumulatoren sind aus technischer Sicht vielversprechend (Energiedichte, Gewicht, Wirkungsgrad, etc.). Die Entwicklung ist bereits angelaufen; automobiltaugliche Produkte werden allerdings erst in einigen Jahren verfügbar sein. Die heute erkennbaren Kosten dürften noch höher als bei NiMH-Akkumulatoren sein.

Nur wenige Energiespeicher sind in der Lage, die geforderten, hohen Zyklenzahlen bzw. den hohen Energiedurchsatz (bei 15 200.000 Boostvorgängen werden insgesamt ca. 12.6 MWh an Energie bzw. ca. 180.000 Ah benötigt) bereitzustellen. Geeignete Energiespeicher sind Doppelschichtkondensatoren (Double Layer Capacitor: DLC). Diese sind bereits verfügbar und in der Lage, die beim Boosten und Rekuperieren umgesetzten Energien 20 speichern und abgeben zu können. Auch sind die dabei auftretenden Ströme unproblematisch. Wegen des guten Wirkungsgrades ist auch die Eigenerwärmung gering.

Die begrenzte Energiespeicherfähigkeit des Doppelschichtkondensators macht allerdings einen zusätzlichen Akkumulator, 25 beispielsweise einen preiswerten Blei-Säure-Akkumulator, erforderlich. Da dieser Akkumulator nun nicht mehr zyklisch belastet wird, ist eine Lebensdauer gemäß heutigem Standard zu erwarten.

30

Die aus dem Energiespeicher entnommene Energie beträgt bei einem Startvorgang von 1 Sekunde ca. 2 Wh. Pro gefahrenem Kilometer wird statistisch mit 2 Startvorgängen gerechnet. Auch

beim Beschleunigen werden zwei Boostvorgänge pro gefahrenen Kilometer erwartet. Dabei können bei einem 6kW-Starter-Generator pro Boostvorgang bis zu 63 Wh benötigt werden. Beim Startvorgang kann der maximale Strom über 500 A, beim Boost-
5 vorgang mehr als 250 A betragen.

Nachteilig ist jedoch, dass ein Energieaustausch am Kondensator prinzipiell nur über Spannungsvariation möglich ist. Um 75% der Ladung zu bewegen, muss die Kondensatorspannung um
10 50% variiert werden ($E = 1/2*C*(U_2^2 - U_1^2)$). Für das 42V-Bordnetz würde dies eine nicht akzeptable Variation von 42V (im voll geladenen Zustand) bis 21V bedeuten. Folglich wird in bekannten Konstruktionen zwischen Bordnetz und Doppelschichtkondensator DLC ein bidirektionaler Gleichspannungswandler eingesetzt, der diesen Mangel wieder ausgleicht. So kann bei schwankender Spannung am Doppelschichtkondensator
15 das 42V-Bordnetz stabil gehalten werden.

Technisch gesehen ist die Kombination von Doppelschichtkondensator und Blei-Säure- Akkumulator heute am vielversprechendsten. Zum hohen Preis von Doppelschichtkondensator und Akkumulator kommen allerdings noch die hohen Kosten für einen
20 bidirektionalen Gleichspannungswandler hinzu, so dass erhebliche Gesamtkosten zu erwarten sind. Nicht zuletzt diese Kosten verzögern eine rasche Einführung dieses Systems in Serienfahrzeuge.
25

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Kraftfahrzeug-Bordnetz mit einer Kombination von Doppelschichtkondensator und preiswerten Akkumulator zu schaffen, welches ohne kostenintensiven
30 bidirektionalen Gleichspannungswandler auskommt und damit die Systemkosten erheblich senkt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die in Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

Der besondere Vorteil der Erfindung besteht darin, dass der
5 kostenintensive, bidirektionale Gleichspannungswandler durch
vier (beim 42V/14V-"Zweispannungs"-Bordnetz) bzw. zwei (beim
42V-"Einspannungs"-Bordnetz) gesteuerte Schalter ersetzt
wird. Da die am ISG-Ausgang (die an einem Zwischenkreiskon-
densator C) anliegende Spannung bzw. der zum oder vom ISG
10 fließende Strom steuerbar ist, kann das Umschalten nahezu
leistungslos erfolgen, was die Anforderungen an die Schalter
ganz wesentlich reduziert.

Beim Boosten und Rekuperieren wird der integrierte Starter-
Generator ISG vom Akkumulator getrennt und stattdessen mit
15 dem Doppelschichtkondensator DLC verbunden. Die Lasten werden
in diesem Betriebszustand vom Akkumulator versorgt.

Durch die Möglichkeit eines wechselseitigen Ladungstransfers
zwischen 36V-Akkumulator, Doppelschichtkondensator und 12V-
20 Akkumulator wird für den Notfall eine doppelte Redundanz für
die Energiebereitstellung in allen Bordnetzbereichen geschaf-
fen.

Durch Überhöhung der Spannung am Doppelschichtkondensator auf
25 die maximal zulässige Spannung, bei der kein zusätzlicher Be-
rührungsschutz erforderlich ist (60V), ergibt sich der Vor-
teil, dass der Starter-Generator ein höheres Drehmoment be-
reitstellen kann und die Energiespeicherfähigkeit des Doppel-
schichtkondensators ansteigt. Dadurch kommt es zu einer Leis-
30 tungssteigerung des gesamten ISG-Bordnetzes.

Ausführungsbeispiele nach der Erfindung werden nachstehend anhand einer schematischen Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 den Entladespannungsverlauf von Doppelschichtkon-

5 densator und Blei-Säure-Akkumulator,

Figur 2 den Schaltplan eines bekannten 42V/14V-Kraftfahr-

zeug-Bordnetzes,

Figur 3 den Schaltplan eines weiteren 42V/14V-Kraftfahr-

zeug-Bordnetzes,

10 Figur 4 den Schaltplan eines erfindungsgemäßen 42V/14V-

Kraftfahrzeug-Bordnetzes, und

Figur 5 einen Schaltplan eines erfindungsgemäßen 42V-Kraft-

fahrzeug-Bordnetzes.

15 Figur 1 zeigt den Spannungsverlauf beim Entladen eines Doppelschichtkondensators DLC (strichliert dargestellt) und eines Blei-Säure-Akkumulators B (ausgezogene Linie). Durch die ab dem Zeitpunkt T_0 unterschiedliche Spannungscharakteristik von Kondensator und Akkumulator ist eine direkte Kopplung
20 beider Speichersysteme in einem Bordnetz nicht möglich. Dazu ist ein weiteres Stellglied erforderlich.

Figur 2 zeigt einen Schaltplan eines bekannten 42V/14V-Kfz-

Bordnetzes mit einem integrierten Starter-Generator ISG, bei

25 dem ein Doppelschichtkondensator DLC verwendet wird, und zwischen diesem und einem 36V-Akkumulator B1 als weiteres Stellglied ein bidirektonaler DC/DC-Wandler 2 eingesetzt ist.

Die mittels dieser Schaltung durchgeföhrten Betriebsabläufe

30 werden von einer nicht dargestellten Steuer-/Regel-Schaltung gesteuert/geregelt.

Der integrierte Starter-Generator ISG ist eine mit einer Brennkraftmaschine BKM mechanisch gekoppelte Asynchronmaschine, die über einen bidirektionalen AC/DC-Wandler 1 (Wechselrichter) mit dem Doppelschichtkondensator DLC verbunden ist.

- 5 Der Doppelschichtkondensator DLC ist über den bereits erwähnten bidirektionalen DC/DC-Wandler 2 mit dem 36V-Akkumulator B1 verbunden, an dem eine Spannung U1 von 36/42V liegt (Nennspannung 36V, im vollgeladenen Zustand 42V). Aus diesem 36V-Akkumulator werden Verbraucher V direkt gespeist, die eine
10 größere Last darstellen, beispielsweise elektrischer Ventiltrieb, Frontscheibenheizung, Sitzheizung, Klimaanlage oder bei entlademem DLC der ISG als Anlasser u.s.w., aber auch ein 12V-Akkumulator B2 und die von ihm gespeisten kleineren Lasten v.

- 15 Der 36V-Akkumulator B1 ist über einen weiteren bidirektionalen DC/DC-Wandler 3 kleinerer Leistung mit diesem 12V-Akkumulator B2 verbunden, an dem eine Spannung U2 von 12/14V liegt (Nennspannung 12V, im vollgeladenen Zustand 14.4V),
20 welche die kleineren Lasten v, wie Fahrzeug- und Armaturenbetriebe etc. speist.

- Beim Start der Brennkraftmaschine BKM und im Boostbetrieb (beim Beschleunigen) arbeitet der ISG im Motorbetrieb - er
25 treibt die Brennkraftmaschine BKM an - und bezieht die benötigte Energie aus dem Doppelschichtkondensator DLC (über den AC/DC-Wandler 1) oder, wenn dieser nicht geladen ist, aus dem 36V-Akkumulator B1 (über den DC/DC-Wandler 2 und den AC/DC-Wandler 1).

- 30 Im normalen Fahrbetrieb wird der ISG von der Brennkraftmaschine BKM angetrieben und arbeitet somit im Generatorbetrieb. Dabei lädt er die Energiespeicher DLC, B1 und B2 auf.

Dies kann im normalen Fahrbetrieb mit geringer Leistung erfolgen.

5 Im Rekuperationsbetrieb (beim Bremsen) erfolgt diese Aufladung mit erhöhter Leistung, die der maximalen Leistungsabgabe des ISG entsprechen kann. Für einen 6 kW-Starter-Generator bedeutet dies einen maximalen Ladestrom von über 250 A. Pro gefahrenem Kilometer muss statistisch mit zwei nennenswerten Bremsvorgängen gerechnet werden.

10

Im normalen Betrieb werden die beiden DC/DC-Wandler 2 und 3 nur zum Laden der Akkumulatoren B1, B2 und zur Versorgung der Verbraucher V, v - also in einer Richtung - benutzt. Ausgelegt werden beide DC/DC-Wandler 2 und 3 jedoch bidirektional, 15 also redundant, um im Notfall auch den 36V-Akkumulator B1 aus dem 12V-Akkumulator und den DLC aus dem 36V-Akkumulator B1 oder dem 12V-Akkumulator B2 laden zu können.

Der DC/DC-Wandler 2 bedeutet zusätzliches Gewicht, seine Kosten sind sehr hoch, und die gesamte Energieversorgung der Fahrzeuglasten muss über ihn erfolgen (hohe Wirkungsgradanforderung), wodurch seine Leistung den Fahrzeuglasten entsprechen muss. Bei z.B. 4kW installierter Verbraucherleistung muss der DC/DC-Konverter für Ströme bis ca. 100A ausgelegt 25 werden. Soll zudem der DLC zur Energiespeicherung und -speisung bei Boost und Rekuperation verwendet werden, wird seine Spannung stark schwanken. Der DC/DC-Wandler 2 muss dann für diese Spannungsdynamik ausgelegt sein, was zu einer wesentlich komplexeren Struktur und gesteigerten Kosten führt 30 (bidirektonaler Aufwärts-/Abwärtsregler).

Figur 3 zeigt eine weitere, mögliche Variante eines 42V/14V-Kfz-Bordnetzes. Im Gegensatz zu Figur 2 ist nun jedoch der

Doppelschichtkondensator DLC nicht mit dem AC/DC-Wandler 1 direkt verbunden, sondern über den DC/DC-Wandler 2 entkoppelt. Das 42V-Bordnetz mit dem Akkumulator B1 und den Verbrauchen V, sowie der DC/DC-Wandler 3 sind direkt mit dem

5 Ausgang des AC/DC-Wandlers 1 verbunden. Ein gravierender Nachteil dieser Schaltungsvariante ist, dass der DC/DC-Wandler nun für den wesentlich höheren Strom (>250A) bei Boost und Rekuperation ausgelegt werden muss und - wie im Beispiel nach Figur 2 - ein bidirektionaler Aufwärts-

10 /Abwärtswandler sein muss. Dies führt zu einer weiteren Kostensteigerung.

Figur 4 zeigt den Schaltplan eines erfindungsgemäßen 42V/14V-Kfz-Bordnetzes (eines "Zweispannungs"-Bordnetzes) mit einem

15 mit der Brennkraftmaschine BKM mechanisch gekoppelten Integrierten Starter-Generator ISG, dem ein bidirektionaler AC/DC-Wandler 1 folgt, zwischen dessen beiden Ausgängen ein Zwischenkreiskondensator C liegt. Der negative Anschluss des Zwischenkreiskondensators C und der mit ihm verbundene, negativen Gleichspannungsanschluss des AC/DC-Wandlers 1 sind mit

20 dem Bezugspotential GND der Schaltung verbunden.

Der positive Anschluss des Zwischenkreiskondensators C und der mit ihm verbundene, positive Gleichspannungsanschluss des

25 AC/DC-Wandlers 1 führt zu zwei parallelen Schaltern S1 und S2.

Der erste Schalter S1 verbindet den positiven Anschluss des AC/DC-Wandlers 1 mit dem positiven Pol eines 36V-Akkumulators B1, mit den parallel zu ihm liegenden großen Lasten V (deren andere Anschlüsse mit dem Bezugspotential GND verbunden sind), und mit einem dritten Schalter S3.

Der zweite Schalter S2 verbindet den positiven Anschluss des AC/DC-Wandlers 1 mit dem positiven Anschluss eines Doppelschichtkondensators DLC, dessen negativer Anschluss mit dem Bezugspotential GND verbunden ist, und mit einem vierten
5 Schalter S4.

Die beiden anderen Anschlüsse des dritten und vierten Schalters S3, S4 sind miteinander und mit einem positiven Anschluss des zweiten DC/DC-Wandlers 3 verbunden. Die restliche
10 Schaltung entspricht der Schaltung nach Figur 2.

Auch die mittels dieser Schaltung durchgeführten Betriebsabläufe, insbesondere die Bestimmung der Arbeitsrichtung der Wandler (Aufwärts- oder Abwärtswandlung), die Aufladung des
15 Zwischenkreiskondensators C auf einen bestimmten Spannungswert und die Schaltstellungen der vier Schalter S1 bis S4 werden von einer nicht dargestellten Steuer-/Regel-Schaltung gesteuert/geregelt.

20 Die Schalter S1 und S2 stellen die Verbindung des integrierten Starter-Generators ISG mit dem Doppelschichtkondensator DLC bzw. dem 36V-Akkumulator B1 her. Schalter S3 stellt eine Verbindung zwischen dem 36V-Akkumulator B1 und dem 12V-Akkumulator B2 her, während Schalter S4 eine zusätzliche
25 Kopplung des Doppelschichtkondensators DLC und des 12V-Akkumulators B2 ermöglicht.

Folgende Schaltzustände der Schalter S1 und S2 sind möglich:

30 Schalter S1 und Schalter S2 nichtleitend:

Über die Ansteuerung der Brücken des AC/DC-Wandlers 1 lässt sich die Spannung des Zwischenkreiskondensators C beeinflussen und auf diese Weise an die Spannung des Doppelschichtkon-

densators DLC und/oder des 36V-Akkumulators B1 anpassen. Da die Spannung am ISG-Ausgang (die am Zwischenkreiskondensator C anliegende Spannung) steuerbar ist, kann das Umschalten nahezu leistungslos erfolgen. (Schließen im spannungslosen Zustand)

Ebenso lässt sich über die Ansteuerung der Brücken des AC/DC-Wandlers 1 vor dem Öffnen der Schalter S1 oder S2 der Stromfluss durch den AC/DC-Wandler 1 annähernd auf Null reduzieren, so dass ein Öffnen der Schalter im stromlosen Zustand erfolgt. Dies reduziert die Anforderungen an die Schalter ganz wesentlich.

Schalter S1 leitend und Schalter S2 nichtleitend:

Dies ist der normale Fahr-Betriebszustand, wie in Figur 4 dargestellt. Normaler Generatorbetrieb ohne Rekuperation ermöglicht in dieser Schalterstellung eine Aufladung des 36V-Akkumulators B1, sowie die Versorgung des 14/42V-Kfz-Bordnetzes aus dem ISG.

Entladen oder Laden des 36V-Akkumulators B1 über den AC/DC-Wandler 1 beim Boosten und Rekuperieren ist zwar theoretisch möglich, dieser Betriebszustand sollte aber wegen der begrenzten Zyklifestigkeit des 36V-Akkumulators B1 vermieden werden.

Schalter S1 nichtleitend und Schalter S2 leitend:

Entladen oder Laden des Doppelschichtkondensators DLC über den AC/DC-Wandler 1 beim Boosten (Beschleunigen) oder Rekuperieren (Bremsen). In diesem Schalterzustand ist keine Energieentnahme aus dem 36V-Akkumulator B1 für einen Boostvorgang möglich. Beim Rekuperieren kann der 36V-Akkumulator B1 keine Energie aufnehmen. Die elektrische Versorgung der Bordnetz-

lasten V (und des 12V-Akkumulators B2 und der an ihn ange-schlossenen Lasten v) erfolgen über den 36V-Akkumulator B1.

Schalter S1 und Schalter S2 leitend:

- 5 Dies ist eine unzulässige Schalterstellung! Sie würde ein identisches Spannungsniveau zwischen Doppelschichtkondensator DLC und 36V-Akkumulator B1 voraussetzen. Bei unterschiedlichen Spannungen wäre ein Auftreten von hohen Ausgleichströmen zwischen Doppelschichtkondensator DLC und 36V-Akkumulator B1 nicht zu vermeiden. Schalter S1 und S2 sollten deshalb so gegeneinander verriegelt sein, dass dieser Schaltzustand verhindert wird.
- 10

Schalter S3 und Schalter S4 nichtleitend:

- 15 In dieser Stellung ist das 14V-Bordnetz vom 42V-Bordnetz getrennt. S3 und S4 können so auch die Funktion eines Verpol-schutzes übernehmen.

Schalter S3 leitend und Schalter S4 nichtleitend:

- 20 Dies ist der normale Fahr-Betriebszustand. Durch diese Schalterstellung wird eine Ladung des 12V-Akkumulators B2 aus dem 36V-Akkumulator B1 ermöglicht. Der bidirektionale DC/DC-Wandler 3, der die Verbindung des 36V-Akkumulators B1 mit dem 12V-Akkumulator B2 herstellt, arbeitet im Abwärtsbetrieb.

25

Schaltet man den DC/DC-Konverter in Aufwärtsbetrieb, so kann ein entladener 36V-Akkumulator vom 12V-Akkumulator aus nach-geladen werden.

30 Schalter S3 nichtleitend und Schalter S4 leitend:

Ist der Doppelschichtkondensator DLC entladen, z.B. bei einer längeren Standzeit des Fahrzeuges, kann in dieser Schalter-stellung der Doppelschichtkondensator DLC über den DC/DC-

Wandler 3 aus dem 12V-Akkumulator B2 nachgeladen werden. Der DC/DC-Wandler 3 arbeitet dann im Aufwärtsbetrieb. Dies ermöglicht - im Rahmen der Ladung des 12V-Akkumulators - eine Ladungserhaltung am DLC.

5

Schalter S3 und Schalter S4 leitend:

Dies ist eine unzulässige Schalterstellung. Beide Schalter dürfen nicht gleichzeitig die Stellung „leitend“ aufweisen, da es in diesem Fall zu einem Potentialausgleich zwischen

10 36V-Akkumulator B1 und Doppelschichtkondensator DLC kommen würde. Die Ausgleichströme wären sehr hoch! Schalter S3 und S4 sollten deshalb gegeneinander so verriegelt sein, dass dieser Schaltzustand verhindert wird.

15 In der einfachen, mit wenigen zusätzlichen elektrischen Bauteilen zu realisierenden Einbindung des Doppelschichtkondensators DLC - mit hoher Leistungsfähigkeit und hoher Zyklfestigkeit - in ein Bordnetz mit einem Starter-Generator ISG liegt ein besonderer Vorteil der Erfindung.

20

Der besonders aufwendige DC/DC-Wandler 2 wird durch wenige Schalter ersetzt, die im einfachsten Falle durch preiswerte Relais oder durch gesteuerte Schalttransistoren realisiert werden können.

25

Durch diese Schaltung wird die Zyklenhäufigkeit des 36V-Akkumulators B1 deutlich reduziert und auf den Doppelschichtkondensator DLC übertragen, der dafür eine ausreichende Zyklfestigkeit aufweist. Dadurch wird das 42V-Bordnetz deutlich entlastet. Starke Spannungsschwankungen durch den Start-Stop-Betrieb, Boost- und Rekuperationsbetrieb treten nur lokal am Starter-Generator ISG und am Doppelschichtkondensator DLC auf.

Die obere und untere Spannungsgrenze nach Sican/VDA-Empfehlung von 48V bzw. 30V bezieht sich nicht auf den ISG, sondern nur auf die Spannung des 42V-Bordnetzes, welche durch diese Anordnung unberührt bleibt. Um die Leistungsfähigkeit
5 des Starter-Generators ISG und des Doppelschichtkondensators DLC zu erhöhen, kann aber die Spannung dieser beiden Komponenten temporär höher sein. Die maximale Spannung sollte unter 60V (der maximal zulässigen Spannung, die keinen zusätzlichen Berührungsschutz erfordert) liegen. Dann ergibt sich
10 der Vorteil, dass der Starter-Generator ISG ein höheres Drehmoment bereitstellen kann und die im Doppelschichtkondensator DLC speicherbare Energie, die sich quadratisch zur Spannung verhält, ansteigt. Dadurch kommt es zu einer Leistungssteigerung des gesamten ISG-Bordnetzes.

15

In zukünftigen Bordnetzen wird es kein duales 42/14V-Bordnetz mehr geben, sondern nur noch ein 42V-Bordnetz.

Figur 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel nach der Erfindung für
20 ein reines 42V-Bordnetz. Die Schalter S3 und S4, der 12V-Akkumulator B2 und der bidirektionale DC/DC-Wandler 3 entfallen. Es wird nur noch Lasten V geben, die alle an einer Spannung von 36/42V betrieben werden.

25 Die dafür vorgesehene Schaltung entspricht im wesentlichen dem in Figur 3 dargestellten Schaltungsteil, der sich links von dem Spannungspfeil U1 befindet. Die Nachladung des Doppelschichtkondensators DLC aus dem 36V-Akkumulator B1 erfolgt über einen DC/DC-Wandler, der im einfachsten Falle ein kleiner pulsweiten-modulierter Regler PWM sein kann. Er wird zwischen den positiven Anschlüssen von Akkumulator B1 und Doppelschichtkondensator DLC eingefügt und ist - bei entladenem
30 DLC - nur solange in Betrieb, bis die Spannung am DLC annä-

hernd der Akkumulatorspannung U1 (oder einer maximalen Spannung von <60V) entspricht. Dies ist insbesondere nach längeren Standzeiten (Selbstentladung des Doppelschichtkondensators) notwendig, um einen Startvorgang sicher gewährleisten
5 zu können. Die Funktionen der Schalter S1 und S2 bleiben, wie beim dualen 42V/14V-Bordnetz nach Figur 3 beschrieben, erhalten.

Patentansprüche

1. Kraftfahrzeug-Bordnetz mit einer Brennkraftmaschine (BKM)
5 und einem mechanisch mit ihr verbundenen, integrierten Star-
ter-Generator (ISG), der über einen bidirektionalen AC/DC-
Wandler (1) im generatorischen Betrieb einen Doppelschicht-
kondensator (DLC) und einen Akkumulator (B1) auf eine erste
10 Spannung (U1) auflädt und im motorischen Betrieb mit der im
Doppelschichtkondensator (DLC) oder im Akkumulator (B1) ge-
speicherten Energie angetrieben wird,

dadurch gekennzeichnet,

15 dass zwischen dem positiven und dem negativen Gleichspan-
nungs-
anschluss des bidirektionalen AC/DC-Wandlers (1) ein Zwi-
schenkreiskondensator (C) angeordnet ist,
dass ein erster Schalter (S1) vorgesehen ist, über welchen
20 der positive Gleichspannungsanschluss des bidirektionalen
AC/DC-Wandlers (1) mit dem Pluspol des Akkumulators (B1),
dessen Minuspol auf Bezugspotential (GND) liegt, verbind-
bar ist, und
dass ein zweiter Schalter (S2) vorgesehen ist, über welchen
25 der positive Gleichspannungsanschluss des bidirektionalen
AC/DC-Wandlers (1) mit dem positiven Anschluss des Dop-
pelschichtkondensators (DLC), dessen negativer Anschluss
auf Bezugspotential (GND) liegt, verbindbar ist.

30
35 2. Kraftfahrzeug-Bordnetz nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
zeichnet, dass der erste und der zweite Schalter (S1, S2) ge-
geneinander so verriegelt sind, dass beide nicht gleichzeitig
leitend sein können.

3. Kraftfahrzeug-Bordnetz nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Zwischenkreiskondensator (C) vor dem Leitendschalten des ersten oder zweiten Schalters (S1, S2) vom AC/DC-Wandler (1) auf einen der am Doppelschichtkondensator (DLC) oder am Akkumulator (B1) liegenden Spannung entsprechenden Spannungswert aufladbar ist.

10 4. Kraftfahrzeug-Bordnetz nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Stromfluss in den AC/DC-Wandler (1) oder aus dem AC/DC-Wandler (1) heraus vor dem Nichtleitendschalten des ersten oder zweiten Schalters (S1, S2) auf einen Minimalwert reduzierbar ist.

15 5. Kraftfahrzeug-Bordnetz nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Regelschaltung (PWM) vorgesehen ist, mittels welcher der Doppelschichtkondensator (DLC) aus dem Akkumulator (B1) nachladbar ist.

20 6. Kraftfahrzeug-Bordnetz nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Doppelschichtkondensator (DLC) auf eine erhöhte, oberhalb der Spannung (U1) des Akkumulators (B1) liegende, Spannung aufgeladen wird.

25 7. Kraftfahrzeug-Bordnetz nach Anspruch 1, mit einem weiteren Akkumulator (B2) zur Versorgung von weiteren Lasten (v) mit einer zweiten Spannung (U2), welcher über einen bidirektionalen DC/DC-Wandler (3) vom Akkumulator (B1) aufgeladen wird,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

35 dass ein dritter Schalter (S3) vorgesehen ist, über welchen der Pluspol des ersten Akkumulators (B1) mit einem positiven

Anschluss des bidirektionalen DC/DC-Wandlers (3) verbindbar ist, und
dass ein vierter Schalter (S4) vorgesehen ist, über welchen der positive Anschluss des Doppelschichtkondensators (DLC)
5 mit demselben positiven Anschluss des bidirektionalen DC/DC-Wandlers (3) verbindbar ist.

10 8. Kraftfahrzeug-Bordnetz nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der dritte und der vierte Schalter (S3, S4) gegeneinander so verriegelt sind, dass beide nicht gleichzeitig leitend sein können.

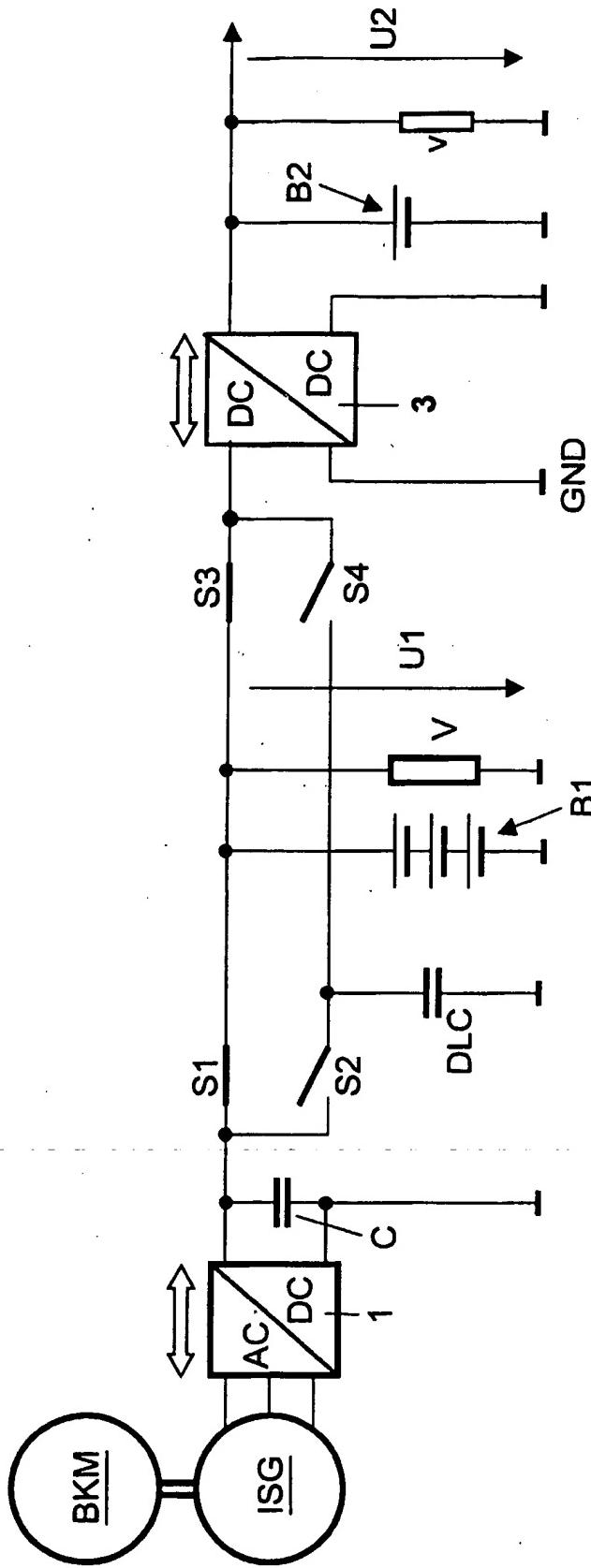
15 9. Kraftfahrzeug-Bordnetz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Betriebsabläufe wie
- Aufladung des Zwischenkreiskondensators (C) auf einen der am Doppelschichtkondensator (DLC) oder am 36V-Akkumulator (B1) liegenden Spannung entsprechenden Spannungswert über den AC/DC-Wandler (1),
20 - Bestimmung der Arbeitsrichtung der Wandler (Aufwärts- oder Abwärtswandlung),
- Steuerung der Schaltstellungen der Schalter S1 bis S4, von einer Steuer-/Regel-Schaltung gesteuert/geregelt werden.

25

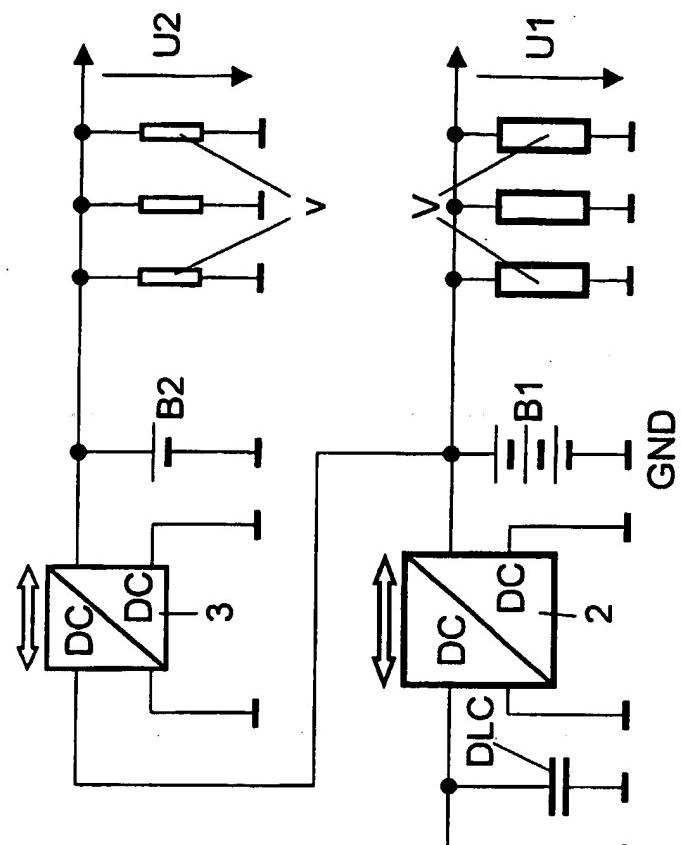
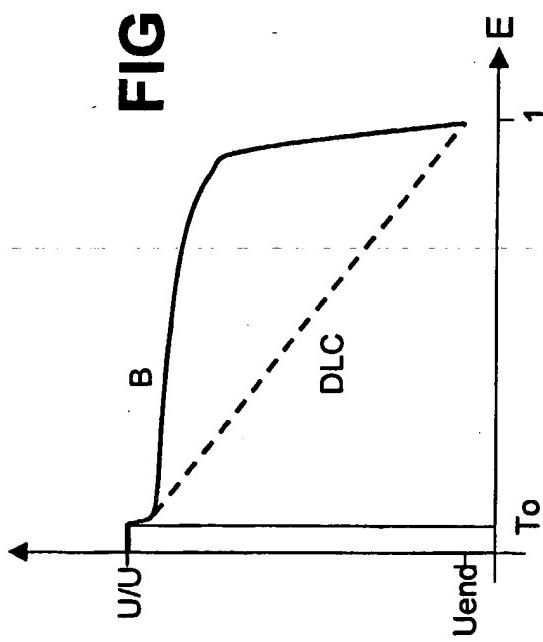
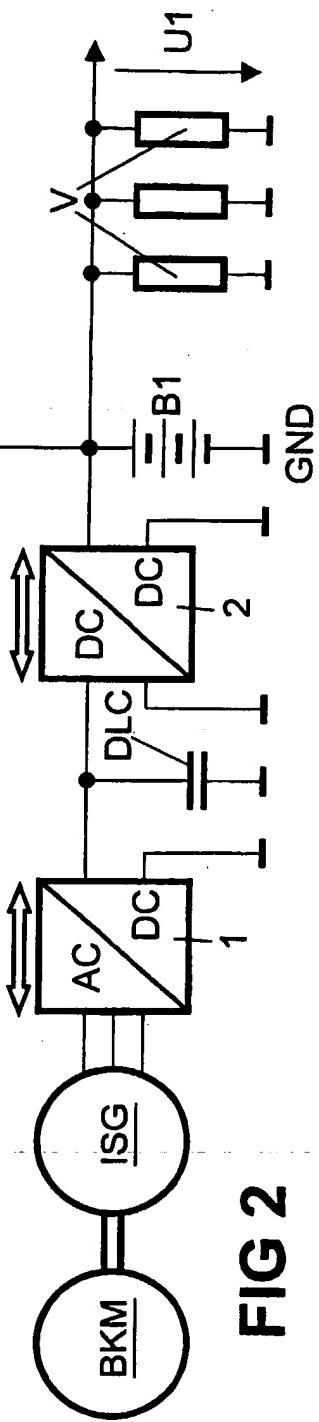
10. Kraftfahrzeug-Bordnetz nach einem der Ansprüche 1 bis 6 und 9, dadurch gekennzeichnet, dass
- bei motorischem Betrieb des integrierten Starter-Generators
30 (ISG):
- bei nichtleitenden Schaltern (S1 und S2) der Zwischenkreiskondensator (C) auf eine vorgebbare Spannung geladen wird,

- bei leitendem ersten Schalter (S1) der Akkumulator (B1) geladen wird,
 - bei leitendem zweiten Schalter (S2) der Doppelschichtkondensator (DLC) geladen wird,
- 5 bei generatorischem Betrieb des integrierten Starter-Generators (ISG):
- bei leitendem ersten Schalter (S1) der Starter-Generator (ISG) mit Energie aus dem Akkumulator (B1) angetrieben wird, und
- 10 - bei leitendem zweiten Schalter (S2) der Starter-Generator (ISG) mit Energie aus dem Doppelschichtkondensator (DLC) angetrieben wird.
- 15 11. Kraftfahrzeug-Bordnetz nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass
- bei leitendem dritten Schalter (S3) der Akkumulator (B1) den weiteren Akkumulator (B2) lädt oder von ihm geladen wird, und
- 20 - bei leitendem vierten Schalter (S4) der Doppelschichtkondensator (DLC) den weiteren Akkumulator (B2) lädt oder von ihm geladen wird.

GR 2001 P 02893 WO

**Fig 4**

GR 2001 P 02893 WO

FIG 1**FIG 2**

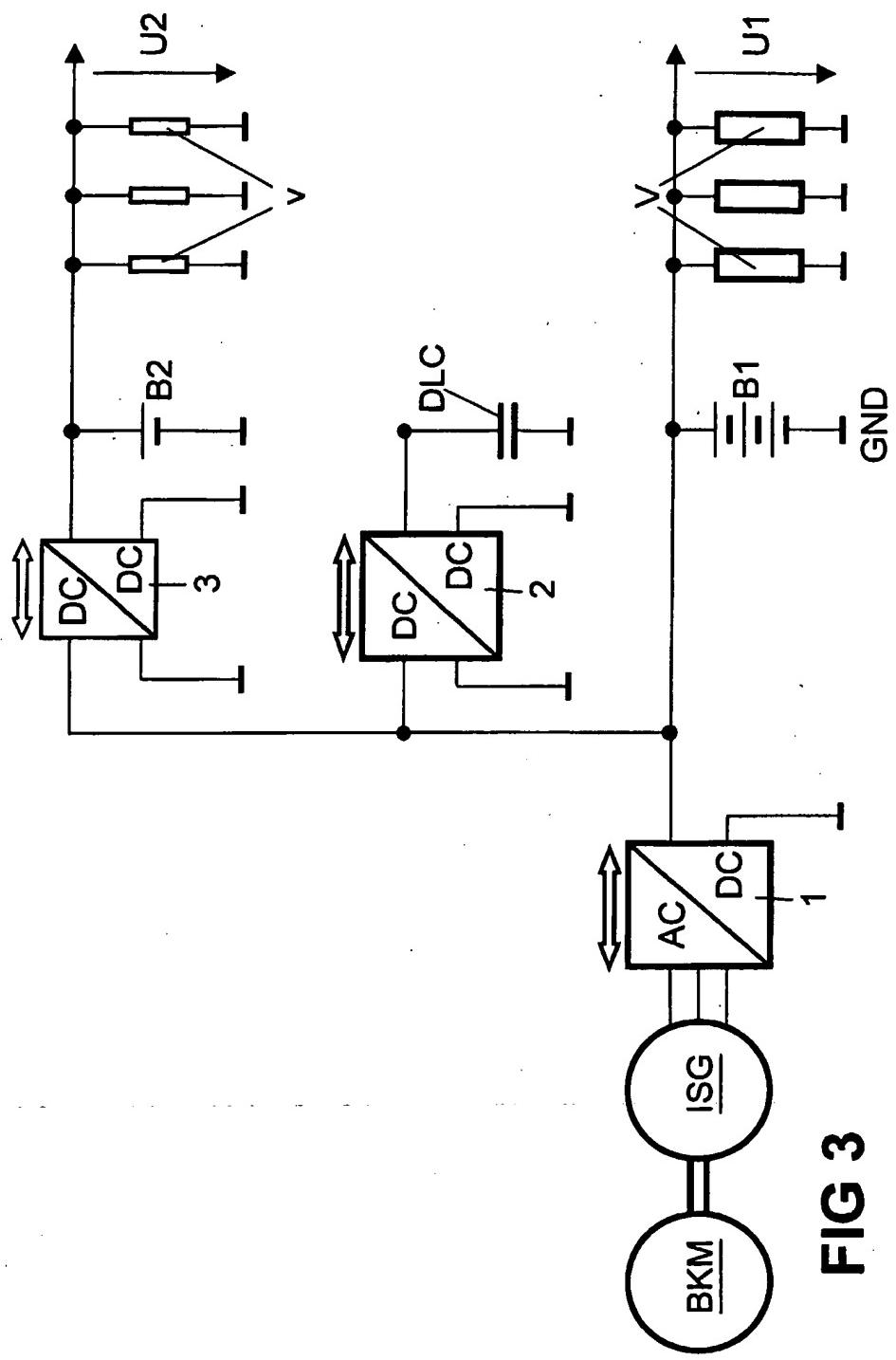
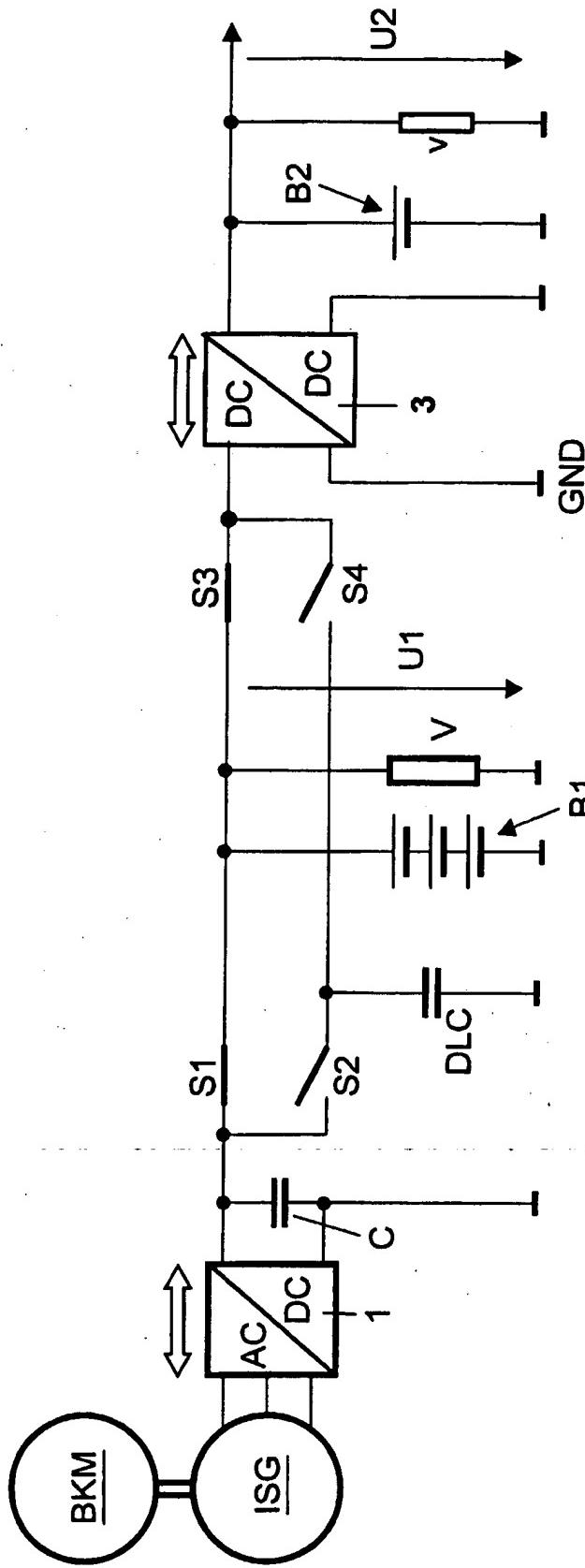


FIG 3

**Fig 4**

GR 2001 P 02893 WO

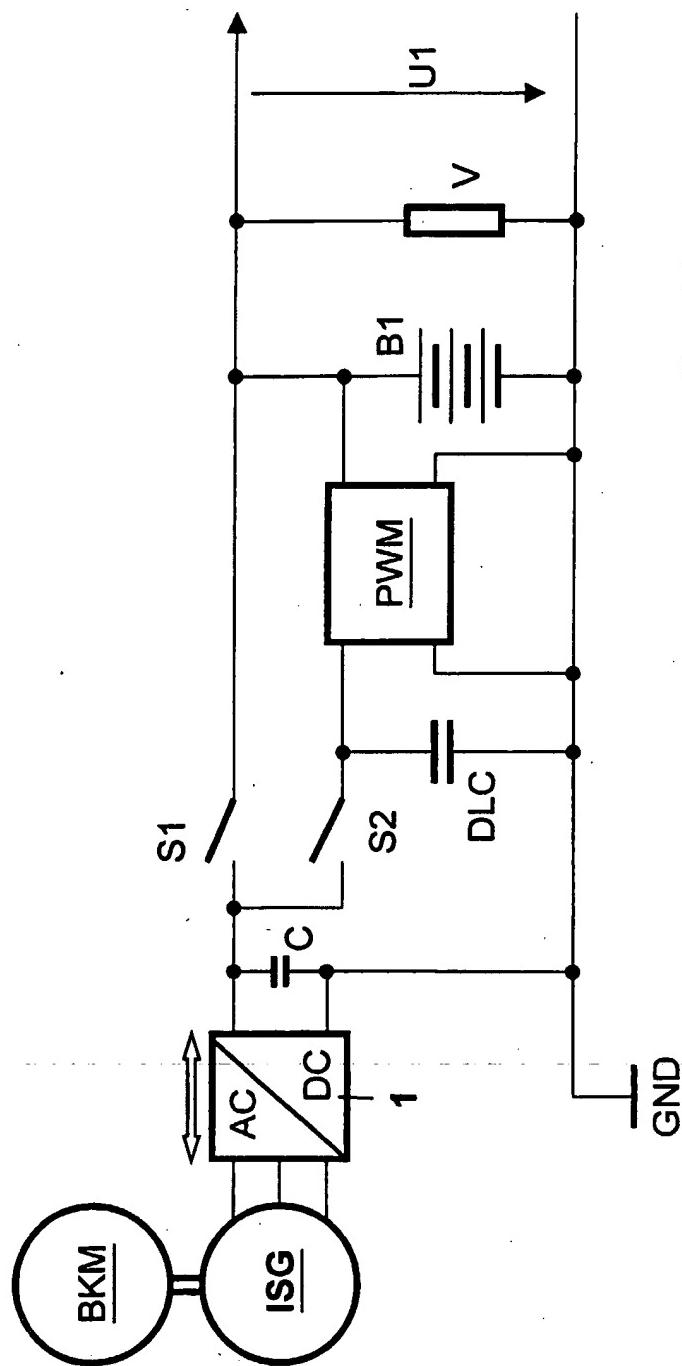


Fig 5

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B60R16/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B60R H02P B60L H02J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, WPI Data, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category ° | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| A | <p>BONERT R ET AL: "SUPER-CAPACITORS FOR PEAK LOAD SHAVING OF BATTERIES" EPE '97. 7TH. EUROPEAN CONFERENCE ON POWER ELECTRONICS AND APPLICATIONS. TRONDHEIM, SEPT. 8 - 10, 1997, EPE. EUROPEAN CONFERENCE ON POWER ELECTRONICS AND APPLICATIONS, BRUSSELS, EPE ASSOCIATION, B, vol. 1 CONF. 7, 8 September 1997 (1997-09-08), pages 1055-1060, XP000769079 ISBN: 90-75815-02-6 page 1056, column 1, line 28 -page 1058, column 2, line 8; figures 1-9</p> <p>----</p> <p>-/-</p> | 1,6 |

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

| | |
|---|--|
| Date of the actual completion of the international search | Date of mailing of the international search report |
| 12 October 2001 | 19/10/2001 |
| Name and mailing address of the ISA | Authorized officer |
| European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016 | Geyer, J-L |

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category ° | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| A | US 5 552 681 A (SUZUKI TAKAYUKI ET AL) 3 September 1996 (1996-09-03) column 3, line 27 -column 7, line 27 column 8, line 37 -column 10, line 53 column 11, line 1 -column 12, line 12; figures 1-12 --- | 1-11 |
| A | EP 0 533 037 A (MAGNETI MARELLI SPA) 24 March 1993 (1993-03-24) the whole document --- | 1,5,7,9 |
| A | EP 1 013 506 A (AUDI NSU AUTO UNION AG) 28 June 2000 (2000-06-28) the whole document --- | 1,5-7,9 |
| A | DE 199 03 427 A (BOSCH GMBH ROBERT) 3 August 2000 (2000-08-03) the whole document --- | 1,5 |
| A | US 5 998 976 A (STEFFAN BERNHARD) 7 December 1999 (1999-12-07) the whole document ----- | 1 |

| Patent document cited in search report | | Publication date | | Patent family member(s) | Publication date |
|--|---|------------------|--|--|--|
| US 5552681 | A | 03-09-1996 | | JP 2879485 B2 JP 5260609 A JP 2879486 B2 JP 5260610 A JP 3105061 B2 JP 7177674 A AU 661564 B2 AU 3648293 A CA 2108474 A1 DE 69324970 D1 DE 69324970 T2 EP 0584373 A1 WO 9317890 A1 US 5513718 A | 05-04-1999 08-10-1993 05-04-1999 08-10-1993 30-10-2000 14-07-1995 27-07-1995 05-10-1993 07-09-1993 24-06-1999 09-12-1999 02-03-1994 16-09-1993 07-05-1996 |
| EP 0533037 | A | 24-03-1993 | | IT 1251206 B DE 69209756 D1 DE 69209756 T2 EP 0533037 A1 ES 2086599 T3 US 5260637 A | 04-05-1995 15-05-1996 19-09-1996 24-03-1993 01-07-1996 09-11-1993 |
| EP 1013506 | A | 28-06-2000 | | DE 19859036 A1 EP 1013506 A2 | 29-06-2000 28-06-2000 |
| DE 19903427 | A | 03-08-2000 | | DE 19903427 A1 | 03-08-2000 |
| US 5998976 | A | 07-12-1999 | | DE 19646043 A1 WO 9821805 A1 EP 0875089 A1 JP 2000503519 T | 14-05-1998 22-05-1998 04-11-1998 21-03-2000 |

A. KLASSEFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B60R16/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B60R H02P B60L H02J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

PAJ, WPI Data, EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| A | <p>BONERT R ET AL: "SUPER-CAPACITORS FOR PEAK LOAD SHAVING OF BATTERIES" EPE '97. 7TH. EUROPEAN CONFERENCE ON POWER ELECTRONICS AND APPLICATIONS. TRONDHEIM, SEPT. 8 - 10, 1997, EPE. EUROPEAN CONFERENCE ON POWER ELECTRONICS AND APPLICATIONS, BRUSSELS, EPE ASSOCIATION,</p> <p>B, Bd. 1 CONF. 7, 8. September 1997 (1997-09-08), Seiten 1055-1060, XP000769079 ISBN: 90-75815-02-6 Seite 1056, Spalte 1, Zeile 28 -Seite 1058, Spalte 2, Zeile 8; Abbildungen 1-9</p> <p>----</p> <p>-/-</p> | 1,6 |

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung,

eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12. Oktober 2001

19/10/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Geyer, J-L

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A | US 5 552 681 A (SUZUKI TAKAYUKI ET AL) 3. September 1996 (1996-09-03) Spalte 3, Zeile 27 -Spalte 7, Zeile 27 Spalte 8, Zeile 37 -Spalte 10, Zeile 53 Spalte 11, Zeile 1 -Spalte 12, Zeile 12; Abbildungen 1-12 --- | 1-11 |
| A | EP 0 533 037 A (MAGNETI MARELLI SPA) 24. März 1993 (1993-03-24) das ganze Dokument --- | 1,5,7,9 |
| A | EP 1 013 506 A (AUDI NSU AUTO UNION AG) 28. Juni 2000 (2000-06-28) das ganze Dokument --- | 1,5-7,9 |
| A | DE 199 03 427 A (BOSCH GMBH ROBERT) 3. August 2000 (2000-08-03) das ganze Dokument --- | 1,5 |
| A | US 5 998 976 A (STEFFAN BERNHARD) 7. Dezember 1999 (1999-12-07) das ganze Dokument ----- | 1 |

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | | Mitglied(er) der Patentfamilie | | Datum der Veröffentlichung |
|---|---|----------------------------|--|--|--|--|
| US 5552681 | A | 03-09-1996 | | JP 2879485 B2 JP 5260609 A JP 2879486 B2 JP 5260610 A JP 3105061 B2 JP 7177674 A AU 661564 B2 AU 3648293 A CA 2108474 A1 DE 69324970 D1 DE 69324970 T2 EP 0584373 A1 WO 9317890 A1 US 5513718 A | | 05-04-1999 08-10-1993 05-04-1999 08-10-1993 30-10-2000 14-07-1995 27-07-1995 05-10-1993 07-09-1993 24-06-1999 09-12-1999 02-03-1994 16-09-1993 07-05-1996 |
| EP 0533037 | A | 24-03-1993 | | IT 1251206 B DE 69209756 D1 DE 69209756 T2 EP 0533037 A1 ES 2086599 T3 US 5260637 A | | 04-05-1995 15-05-1996 19-09-1996 24-03-1993 01-07-1996 09-11-1993 |
| EP 1013506 | A | 28-06-2000 | | DE 19859036 A1 EP 1013506 A2 | | 29-06-2000 28-06-2000 |
| DE 19903427 | A | 03-08-2000 | | DE 19903427 A1 | | 03-08-2000 |
| US 5998976 | A | 07-12-1999 | | DE 19646043 A1 WO 9821805 A1 EP 0875089 A1 JP 2000503519 T | | 14-05-1998 22-05-1998 04-11-1998 21-03-2000 |

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.